

EVALUATION OF THE MEDICAL CONSEQUENCES OF THE CHERNOBYL ACCIDENT ON THE BASIS OF DATA FROM THE RUSSIAN NATIONAL MEDICAL AND DOSIMETRIC REGISTRY

ОЦЕНКА МЕДИЦИНСКИХ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ КАТАСТРОФЫ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ РОССИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО МЕДИКО-ДОЗИМЕТРИЧЕСКОГО РЕГИСТРА

A.F. Tsyb, V.K. Ivanov

Medical Radiological Scientific Centre of Russian Academy of Medical Sciences,
Russian National Medical and Dosimetric Registry, Obninsk, Russia
4 Korolyeva Street, Obninsk, 249020, Russian Federation
tel: (095) 956-9412; fax: (095) 956-1440; E-mail: mrrc@obninsk.ru

А.Ф. Цыб, В.К. Иванов

Медицинский радиологический научный центр РАМН,
Российский государственный медико-дозиметрический регистр, Обнинск, Россия
249020, Российская Федерация, Калужская обл., Обнинск, ул. Королева, 4
тел.: (095) 956-9412; факс: (095) 956-1440; E-mail: mrrc@obninsk.ru

Abstract

This work presents fundamental results of radiation-epidemiological analysis of personified medical and dosimetric data from the Russian National Medical and Dosimetric Registry. On 01.01.1998 the National Registry contained data on 508 thousand persons exposed to radiation as a result of the Chernobyl accident and currently resident in the Russian Federation. The work cites evaluations of radiation risks in the induction of oncological illnesses (leukaemia, thyroid cancer) obtained for the first time on the basis of direct epidemiological research.

Keywords: Chernobyl accident, medical consequences, epidemiology, medical and dosimetric registry, radiation risk.

More than twelve years have passed since the greatest technogenetic catastrophe in human history occurred at the Chernobyl Nuclear Power Plant (ChNPP). Evaluation and prognosis of medical-radiological consequences of the accident remains one of the key problems concerning determined optimal strategies of long-term rehabilitation measures. It is well known that the most sensitive indicator of radioactive influence is supplementary (above spontaneous) level induction of malignant neoplasm and, foremost, leukaemias. Using data from many years of epidemiological research on the cohort of survivors of the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki in 1945, the International Commission for Radiological Protection (ICRP) and other authoritative international organisations gave evaluations of radiation risk coefficients according to abundant above spontaneous levels of mortality from malignant diseases. These evaluations are supported by direct epidemiological research into a range of medium and high doses of radiation (above 0.5 Sv). In the lower dose range (up to 0.2 Sv) characteristic of the Chernobyl accident, radiation risks were obtained exponentially and demand corroboration with epidemi-

Прошло более 12 лет после крупнейшей в истории человечества техногенной катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Оценка и прогноз медицинских радиологических последствий катастрофы остается одной из ключевых проблем при определении оптимальной стратегии долгосрочных реабилитационных мероприятий. Хорошо известно, что наиболее чувствительным индикатором радиационного воздействия является дополнительная над спонтанным уровнем индукция злокачественных новообразований и, прежде всего, лейкозов. Используя данные многолетних эпидемиологических исследований за когортой лиц, переживших атомную бомбардировку в городах Хиросима и Нагасаки в 1945 г., Международная комиссия по радиологической защите (МКРЗ) и другие авторитетные международные организации дали оценки коэффициентов радиационного риска по избыточной над спонтанным уровнем смертности от злокачественных заболеваний. Эти оценки основываются на результатах прямых эпидемиологических исследований для диапазона средних и высоких доз облучения (более 0,5 Зв). В диапазоне малых доз облучения (до 0,2 Зв), характерном для Чернобыльской катастрофы, радиационные риски получены экстраполяционным путем и требуют подтверждения эпидемиоло-

ological data. The dependence on dose-volume selection is well known to radiation epidemiologists: if average dose decreases sequentially within the cohort, volume selection must increase by two sequences. It immediately becomes clear from this dependency that only analysis of Chernobyl data including extensive divisions of observation can give a conclusive (statistically valid) picture of the magnitude of radiation risk from small dose exposure.

RUSSIAN NATIONAL MEDICAL AND DOSIMETRIC REGISTRY

Following the Chernobyl accident the Russian National Medical and Dosimetric Registry (RNMDR) was founded under the auspices of the Medical Radiological Scientific Centre of Russian Academy of Medical Sciences (RAMS), Obninsk (Tsyb A.F. et al., 1998). The function of RNMDR is to regulate the current resolution of the government of the Russian Federation No. 948 from 22.09.93. On 01.01.1998 personal medical and dosimetric data on 508 thousand people were included into the database of the register (figure 1).

The RNMDR includes two principal groups for primary registration: liquidators (35%) and inhabitants of the most severely radioactively contaminated regions of Russia (57.7%). The greatest degree of radioactive exposure resulting from the Chernobyl accident affected four regions (figure 2): Bryansk,

гическими данными. Радиационным эпидемиологам хорошо известна зависимость доза—объем выборки: если средняя доза в когорте уменьшается на порядок, объем выборки должен увеличиться на два порядка. Из этой зависимости сразу же становится ясно, что только анализ черновыльских данных, включающий обширные когорты наблюдения, может дать окончательный (статистически значимый) ответ о величине радиационного риска при малых дозах облучения.

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИКО-ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ РЕГИСТР

После Чернобыльской катастрофы на базе Медицинского радиологического научного центра РАМН (г. Обнинск) был создан Российский государственный медико-дозиметрический регистр (РГМДР) (Цыб А.Ф. и соавт., 1998). Функционирование РГМДР регламентируется в настоящее время постановлением Правительства Российской Федерации №948 от 22 сентября 1993 г. На 01.01.1998 г. в базу данных РГМДР включены персональные медицинские и дозиметрические данные на 508 тыс. человек (рисунок 1).

РГМДР включает в себя две основные группы первичного учета: ликвидаторы (35%), жители наиболее загрязненных радионуклидами областей России (57,7%). В результате Чернобыльской катастрофы радиационному воздействию в наибольшей степени подверглись четыре области (рисунок 2): Брянская, Калужская,

FIGURE1. NUMBER OF PERSONS REGISTERED IN RNMDR AT 01.01.1998 (PRG — PRIMARY REGISTRATION GROUP)

РИСУНОК1. ЧИСЛО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В РГМДР НА 01.01.1998

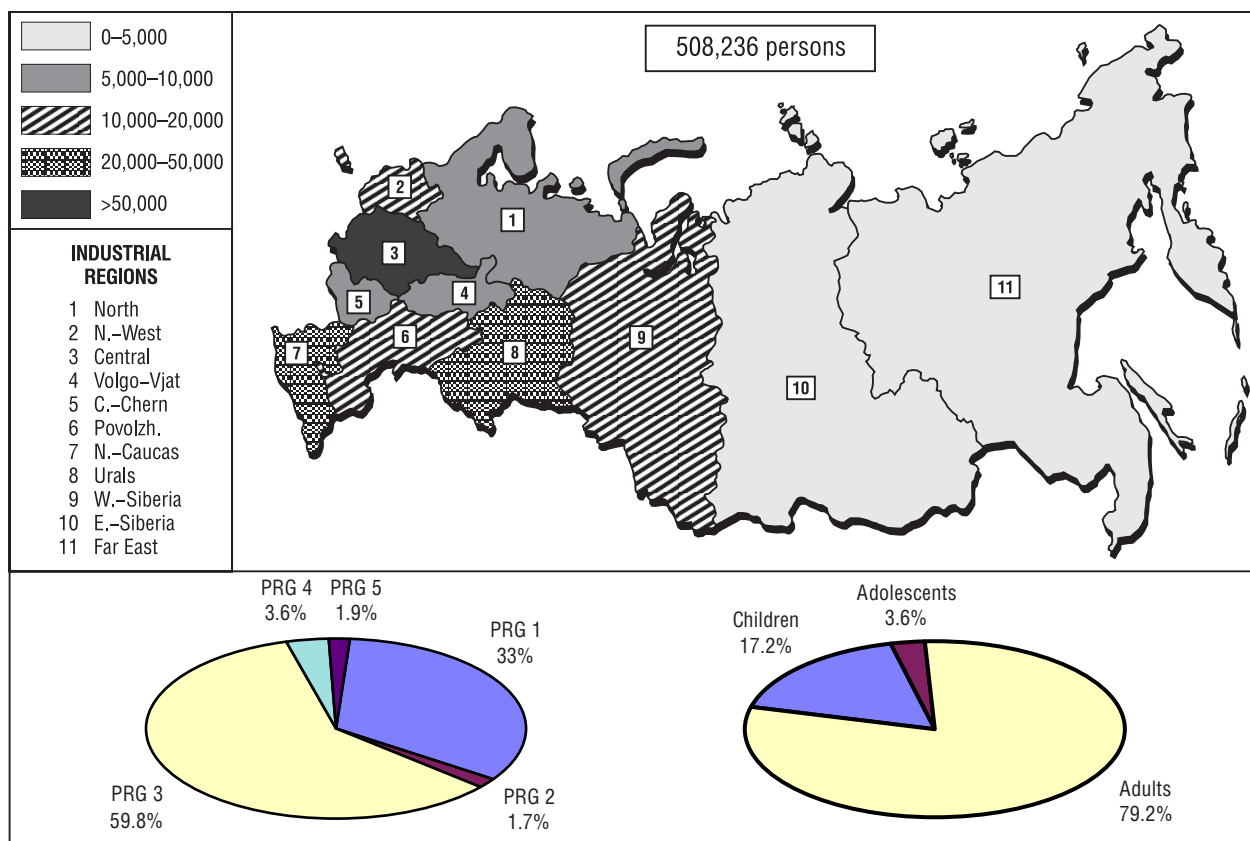
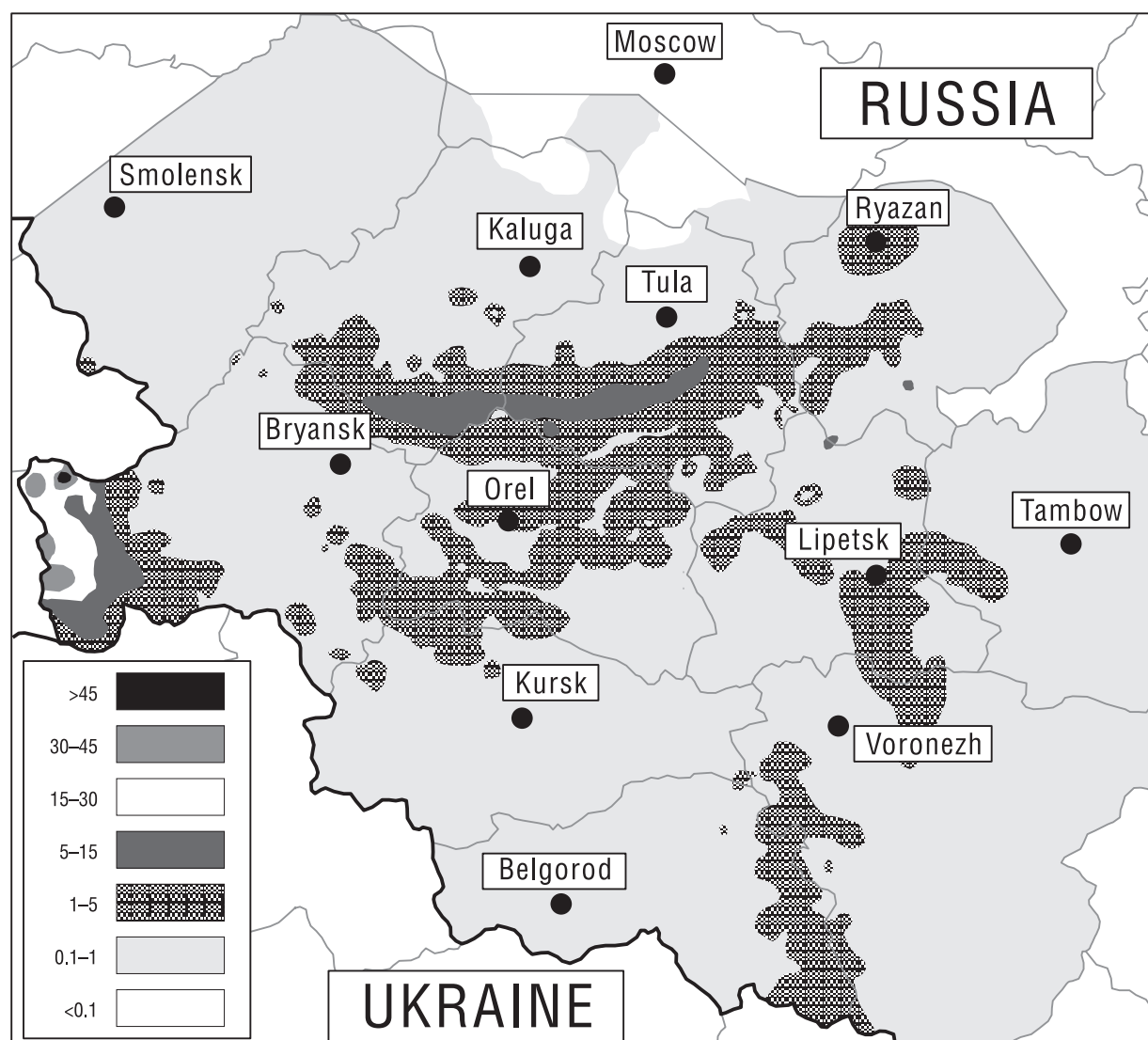


FIGURE 2. TERRITORY OF RUSSIA SOIL CONTAMINATION DENSITY ^{137}Cs ($\text{Ci}\cdot\text{km}^{-2}$)РИСУНОК 2. ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ РОССИИ ^{137}Cs ($\text{Ки}\cdot\text{км}^{-2}$)

Kaluga, Tula and Orlov regions. In these regions ^{137}Cs contamination exceeds $5 \text{ Ci}\cdot\text{km}^{-2}$. Among 167 thousand liquidators registered (figure 3) the majority of their number is currently resident in four regions of Russia (Central (No.3), North Caucasus (No.7), Povolzhsky (No.6) and Ural (No.8)).

The RNMDR includes the following principal databases (figure 4): the fundamental bank of personal medical-dosimetric data; the subregister of oncological diseases; the subregister of causes of death; the subregister of diseases of the thyroid gland. Medical data enter the RNMDR annually after confirmation of yearly clinical research.

PROGNOSIS OF REMOTE RADIATION EFFECTS UPON THE LIQUIDATOR COHORT

What basic conclusions can be drawn concerning medical radiological consequences of the Chernobyl

Тулская и Орловская. В этих областях загрязненность ряда районов ^{137}Cs превышает $5 \text{ Ки}\cdot\text{км}^{-2}$. Среди 167 тыс. ликвидаторов, включенных в РГМДР (рисунок 3), большинство проживают в настоящее время в четырех регионах России — Центральном (№ 3), Северо-Кавказском (№ 7), Поволжском (№ 6) и Уральском (№ 8).

РГМДР включает в себя следующие основные базы данных (рисунок 4): основной банк персональных медико-дозиметрических данных, подрегистр онкологических заболеваний, подрегистр причин смертности, подрегистр заболеваний щитовидной железы. Медицинские данные поступают в РГМДР ежегодно после завершения диспансерных исследований.

ПРОГНОЗ ОТДАЛЕННЫХ РАДИАЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ ПО КОГОРТЕ ЛИКВИДАТОРОВ

Какие основные выводы можно сделать о медицинских радиологических последствиях Чернобыльской

FIGURE 3. NUMBER OF LIQUIDATORS REGISTERED IN RNMDR AT 01.01.1998

РИСУНОК 3. ЧИСЛО ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ В РГМДР ЛИКВИДАТОРОВ НА 01.01.1998

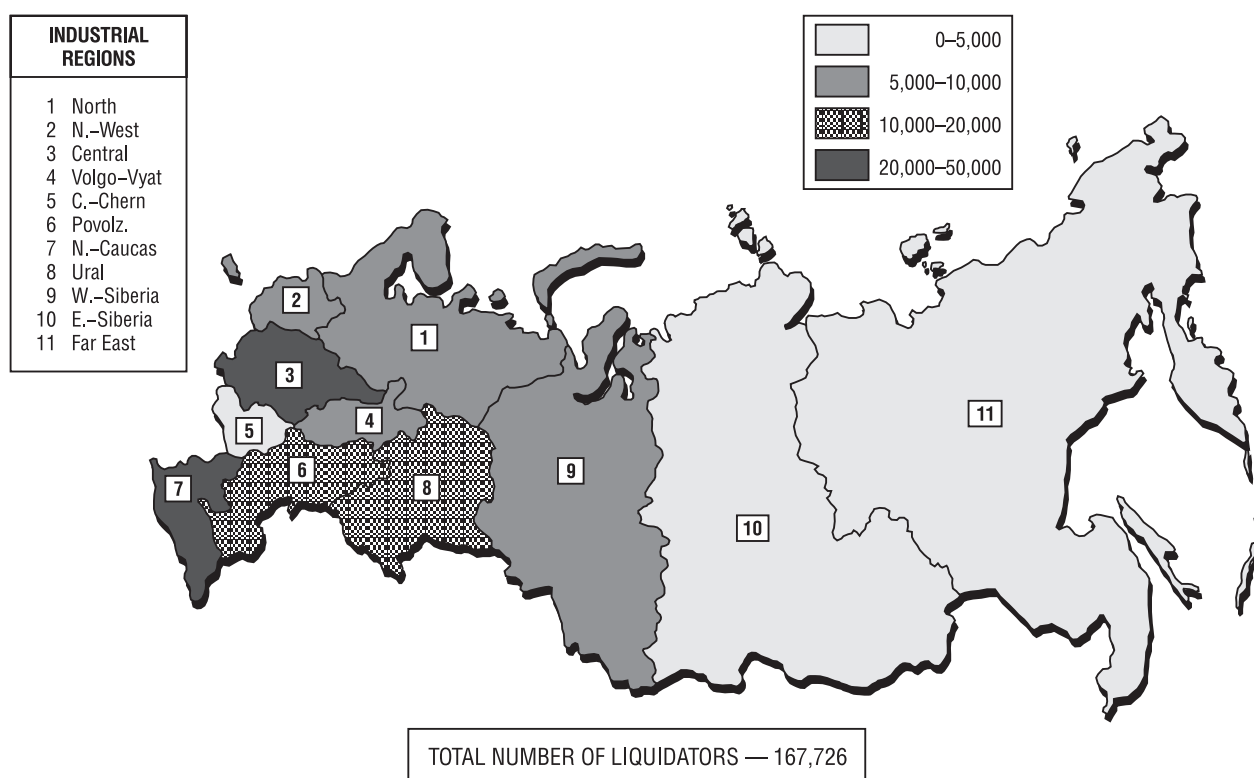


FIGURE 4. STRUCTURE OF RNMDR

РИСУНОК 4. СТРУКТУРА РГМДР

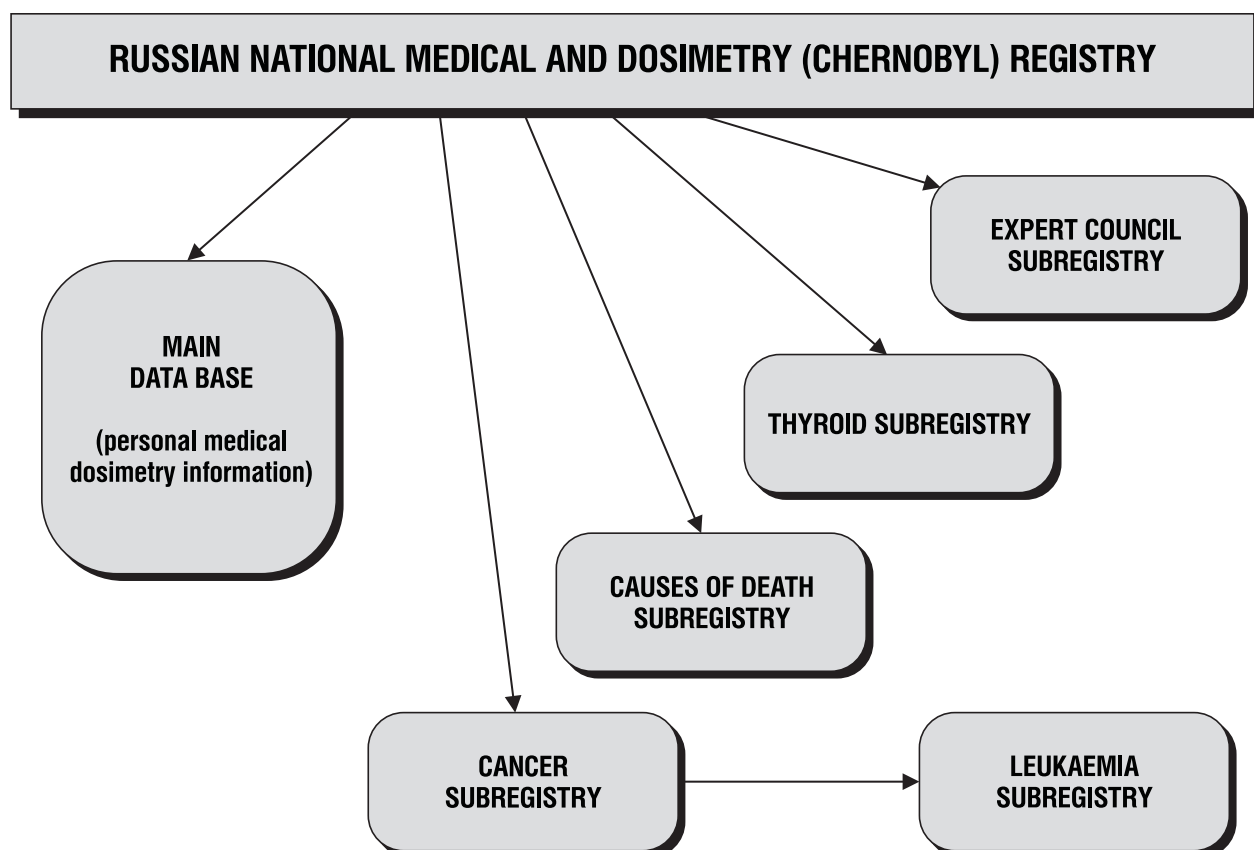
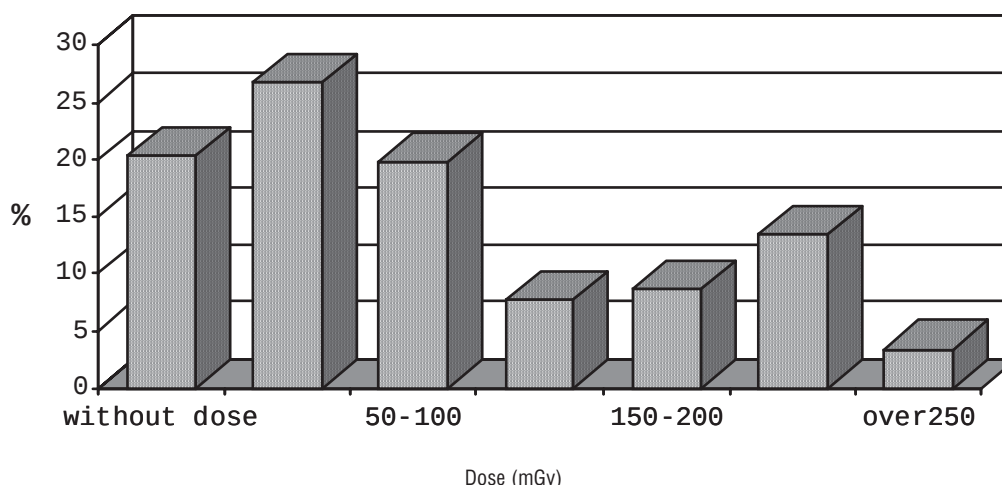


FIGURE 5. EXTERNAL IRRADIATION DOSE — DEPENDENT DISTRIBUTION OF THE LIQUIDATORS

РИСУНОК 5. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИКВИДАТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ДОЗЫ ВНЕШНЕГО ОБЛУЧЕНИЯ



byl accident between 1986–1996 and what kind of prognosis can be made about distant stochastic effects? Let us first consider data from the RNMDR concerning the liquidator cohort. Figure 5 shows the dependency of distribution of liquidators according to dose of external irradiation. It may be worth noting that the majority of liquidators received irradiation doses of 0–100 mGy and 200–250 mGy.

Table 1 gives prognostic evaluations of attributive risk (percentage of radiation induced cancers above spontaneously occurring cancers) in accordance with the mortality rate for liquidators working within the 30km zone between 1986–1989. The prognosis is carried out on the basis of recommended ICRP models and personal demographic and dosimetric data on liquidators from the RNMDR. As can be seen from this table, for the entire liquidator cohort 1986–1989 at average dose external irradiation 105 mGy, attributive risk of mortality from malignant neoplasm during 20 years stands at 23.6% for leukaemias and 2.8% for solid tumours. It is also obvious from this table that the liquidator group of 1986 is at the highest radiation risk. For this group in particular, within 20 years following the accident, i.e. in

катастрофы за 1986–1996 гг. и каков прогноз отдаленных стохастических эффектов? Рассмотрим сначала данные РГМДР по когорте ликвидаторов. На рисунке 5 показано распределение ликвидаторов в зависимости от величины дозы внешнего облучения. Можно отметить, что наибольшее число ликвидаторов получили дозы облучения от 0 до 100 мГр и от 200 до 250 мГр.

В таблице 1 даны прогнозные оценки атрибутивного риска (процент радиационно-индуцированных раков над спонтанным) смертности для ликвидаторов, работавших в 30-километровой зоне в 1986–1989 гг. Прогноз выполнен на основе рекомендованных МКРЗ моделей и персональных демографических и дозиметрических данных РГМДР о ликвидаторах. Как видно из этой таблицы, для всей когорты ликвидаторов 1986–1989 гг. при средней дозе внешнего облучения 105 мГр атрибутивный риск смертности от злокачественных новообразований за 20 лет составит: для лейкозов — 23,6%, для солидных раков — 2,8%. Группой наиболее высокого радиационного риска являются ликвидаторы 1986 г. Для этой группы, в частности, через 20 лет после катастрофы, т.е. в 2006 г., атрибутивный риск

PROGNOSIS OF REMOTE RADIATION EFFECTS ON MORTALITY FROM MALIGNANT NEOPLASM AMONG LIQUIDATORS 20 YEARS AFTER THE RADIATION EXPOSURE

TABLE 1

ПРОГНОЗ ОТДАЛЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ НА УРОВЕНЬ СМЕРТНОСТИ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ ЧЕРЕЗ 20 ЛЕТ ПОСЛЕ ОБЛУЧЕНИЯ

ТАБЛИЦА 1

Year of employment in the zone	Number of liquidators	Mean absorbed dose (mGy)	Collective dose (persons·Gy)	Excess cancer mortality due to the exposure		Natural cancer mortality		Attributive cancer risk (%)	
				leukemia	all types	leukemia	all types	leukemia	all types
1986	46,575	159	7,405.4	22	84	45	1,945	32.8	4.1
1987	48,077	89.5	4,302.9	11	47	45	1,952	19.6	2.4
1988	18,208	33	600.9	2	7	17	768	10.5	<0.1
1989	5,475	32	175.2	–	2	6	234	7.4	<0.1
1986–1989	118,335	105	12,483.1	35	140	113	4,899	23.6	2.8

2006, attributive risk of supplementary mortality for leukaemia equals 32.8% and for solid tumours 4.1%.

The primary possible source of indetermination and inexactness in the above descriptions of prognostic evaluations is the level of accuracy of individual dosimetric data concerning liquidators. The results of our research show that errors in individual dosimetric information on liquidators could reach the magnitude of 200–250% (Pitkevitch V.A. et al., 1996).

EVALUATION OF RADIATION RISK AMONG THE LIQUIDATOR COHORT

Within the present analysis 48 cases of leukaemia among liquidators are being examined (as verified by the Medical Radiological Scientific Centre RAMN and local health care institutions on 01.01.1994). Verification of leukaemias is a long and complex procedure and therefore analysis of incidence of sickness from 1986–1993 is included in this work. On 01.01.1994 the RNMDR database contained medical and dosimetric information on 142 thousand liquidators among whom these 48 cases were established (Pitkevitch V.A. et al., 1997; Ivanov V.K. et al., 1997; 1998).

In the analysis of radiation risks we intend to examine all types of leukaemia (ICD-9 204.0–208.9). In connection with these, it is well known that, for example chronic lymphatic leukaemia does not occur as a radiation induced illness. Calculation of all types of leukaemia among liquidators in the current work is limited, mainly by the small number of cases verified between 1986–1993. Another important factor is the possibility of comparing the expected number of cases (using radiogenetic calculation) and the observed number of cases. This expected number of all types of leukaemia is determined using animated prognostic models, coefficients of which were obtained on the basis of the Japanese cohort, survivors of atomic bombing.

Figure 6 cites data from the RNMDR of leukaemia incidence among liquidators and the corresponding prognostic curve. What main conclusions can be drawn from figure 6? Firstly, the prognosis and factual data are in accordance within the limits of error. Secondly, following the prognosis, and as can be seen precisely from the registry data, the peak incidences of radiogenic leukaemias were observed 4–5 years after the accident. This signifies radioactive influence on every second case of leukaemia currently apparent among the liquidators.

On 01.01.1995 47 cases of thyroid cancer among liquidators were registered in the RNMDR system. The diagnosis was confirmed after varying amounts of time following exposure to radiation: the interval between the date of entering the 30km zone and the period of onset of illness varied from 1–8 years.

дополнительной смертности от лейкозов составит 32,8%, от солидных раков — 4,1%.

Основным возможным источником неопределенности и неточности в описанных выше прогнозных оценках является уровень корректности индивидуальных дозиметрических данных у ликвидаторов. Выполненные нами исследования показывают, что погрешности в индивидуальной дозиметрической информации у ликвидаторов могут достигать величины 200–250% (Питкевич В.А. и соавт., 1996).

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ ПО КОГОРТЕ ЛИКВИДАТОРОВ

В настоящем анализе рассмотрены 48 случаев заболеваний лейкозами среди ликвидаторов, верифицированных Медицинским радиологическим научным центром РАМН и местными учреждениями здравоохранения на 01.01.1994 г. Верификация лейкозов — это сложная и длительная процедура, поэтому в работе проведен анализ заболеваемости с 1986 по 1993 г. включительно. База данных РГМДР на 01.01.1994 г. содержала медицинскую и дозиметрическую информацию на 142 тыс. ликвидаторов, среди которых и были установлены эти 48 заболевших (Pitkevitch V.A. et al., 1997; Ivanov V.K. et al., 1997; 1998).

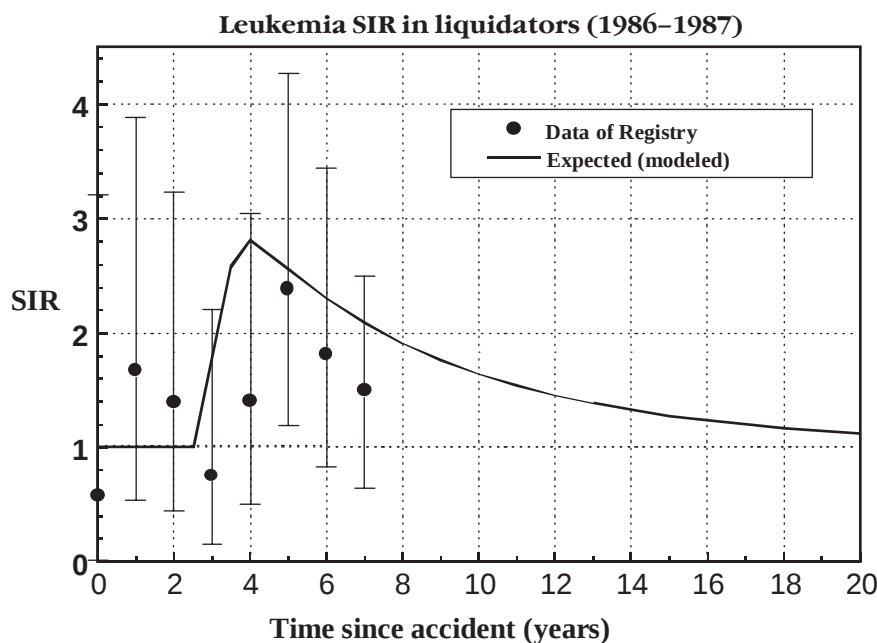
В анализе радиационных рисков мы предполагаем рассматривать все типы лейкозов (МКБ-9 204.0–208.9). Вместе с тем хорошо известно, что, например, хронический лимфолейкоз не является радиационно-индуцированным заболеванием. Учет всех типов лейкозов среди ликвидаторов в настоящей работе обусловлен, главным образом, небольшим числом их случаев, зарегистрированных в 1986–1993 гг. Другим важным моментом является возможность сравнения ожидаемого (с учетом радиогенных) и наблюдаемого числа случаев. При этом ожидаемое число лейкозов всех типов определяли с использованием мультипликативной модели прогноза, коэффициенты которой были получены на основе японской когорты переживших атомную бомбардировку.

На рисунке 6 приведены данные РГМДР об уровне заболеваемости лейкозами у ликвидаторов и соответствующая кривая прогноза. Какие главные выводы можно сделать на основании этих данных? Во-первых, прогноз и фактические данные хорошо согласуются в пределах погрешностей. Во-вторых, как следует из прогноза и что четко видно из данных РГМДР, пик радиогенных лейкозов наблюдался через 4–5 лет после катастрофы. Это означает радиационную обусловленность в каждом втором случае лейкоза, выявляемого в настоящее время у ликвидаторов.

На 01.01.1995 г. в системе РГМДР было зарегистрировано 47 случаев заболеваний раком щитовидной железы среди ликвидаторов. Диагноз был установлен спустя разный период после воздействия ионизирующих излучений: промежуток времени между датой въезда в 30-километровую зону и сроком выявления заболевания колебался от 1 до 8 лет.

FIGURE 6. LEUKEMIA INCIDENCE ACTUAL DATA AND STANDARD INCIDENCE RATE PROGNOSIS IN COHORT OF LIQUIDATORS

РИСУНОК 6. ФАКТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ПРОГНОЗ СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЛЕЙКОЗАМИ В КОГОРТЕ ЛИКВИДАТОРОВ



For verification of the hypothesis concerning supplementary irradiation of liquidators between April and May 1986, we carried out an experiment using radio-nuclides of iodine to evaluate standardised incidence rate (SIR) accumulation set out month by month (figure 7). As can be seen from this figure, liquidators who took part in work during June 1986 are at the highest risk of developing thyroid cancer. The risk for April–May and for July was found to be approximately the same. Therefore, at the given stage of research it is impossible to draw any firm conclusion about the effect of iodine radionuclides. On the other hand, despite the fact that doses of external irradiation remained approximately the same from April–December 1986, risk of developing thyroid cancer decreased noticeably towards the end of 1986 (figure 7).

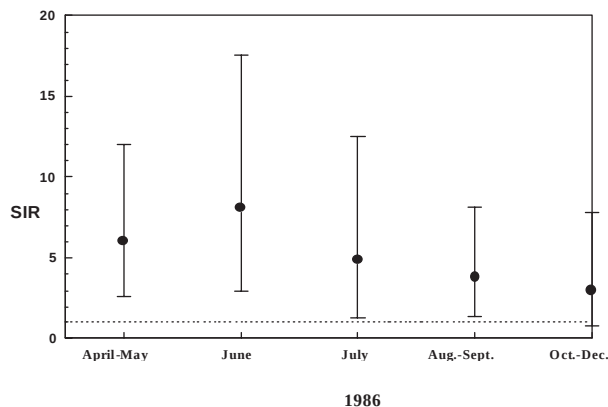
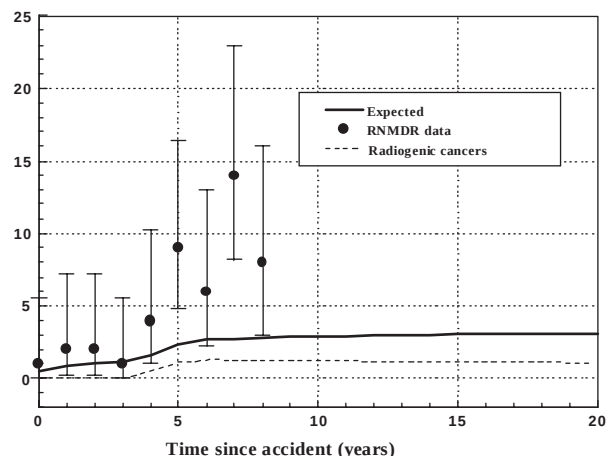
Let us move on to the question of the possibility of forecasting cases of thyroid cancer among liquidators. Figure 8 shows the observed frequency of thyroid cancer cases among liquidators calculated per 100 thousand people and expected cases (radiogenic cancers plus spontaneous cancers). Evaluation of the contribution of radiogenic cancers is done within the framework of an additive model of radiation risk. Statistical data from the Russian Federation were used to calculate the number of spontaneous cases. As already noted above, significant divergence between expected and observed indices can be traced over the 4–5 years following the accident.

One possible explanation for this divergence may be that it is due to intensive screening effect at the time of medical investigation of liquidators. As seen in figure 9, we can, following this assumption, ob-

Для проверки гипотезы о возможном дополнительном облучении ликвидаторов в апреле–мае 1986 г. радионуклидами йода мы провели оценку накопленной стандартизированной заболеваемости (SIR) с разбивкой по месяцам (рисунок 7). Как видно на этом рисунке, наиболее высокий риск заболеть раком щитовидной железы у ликвидаторов, принимавших участие в работах в июне 1986 г. Риск для апреля–мая и июля оказался приблизительно одинаковым. Поэтому на данном этапе исследований строгий вывод о влиянии радионуклидов йода сделать нельзя. С другой стороны, несмотря на то, что дозы внешнего облучения в апреле–декабре 1986 г. оставались приблизительно одинаковыми, риск возникновения рака щитовидной железы к концу 1986 г. заметно уменьшился (см. рисунок 7).

Перейдем к вопросу возможности прогнозирования заболеваемости раком щитовидной железы у ликвидаторов. На рисунке 8 показана наблюдаемая интенсивность заболеваний раком щитовидной железы у ликвидаторов в расчете на 100 000 человек и ожидаемая (радиогенные раки плюс спонтанные). Оценка вклада радиогенных раков сделана в рамках аддитивной модели радиационного риска. При расчете спонтанной заболеваемости использованы статистические данные по Российской Федерации. Как отмечено выше, значительное расхождение между наблюдаемыми и ожидаемыми показателями прослеживается через 4–5 лет после катастрофы.

Одним из возможных объяснений этого расхождения может быть интенсивный скрининговый эффект при медицинском обследовании ликвидаторов. Как видно на рисунке 9, если верно это предположение, наблюдается

FIGURE 7. THYROID CANCER STANDARD INCIDENCE RATES AMONG LIQUIDATORS DEPENDING ON TERMS OF STAY IN RADIATION EXPOSURE ZONE**РИСУНОК 7. СТАНДАРТИЗИРОВАННАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРЕБЫВАНИЯ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИИ****FIGURE 8. THYROID CANCER INCIDENCE AMONG LIQUIDATORS DEPENDING ON TIME PERIOD SINCE THE ACCIDENT****РИСУНОК 8. ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ, ПРОШЕДШЕГО ПОСЛЕ АВАРИИ**

serve a good agreement between observed and expected frequency of cases of thyroid cancer in liquidators (according to the radiation prognosis).

Tables 2 and 3 show evaluations of radiation risk for the liquidator cohort and comparisons with previously published data appertaining to other cohorts. As is visible from these tables, there is accordance between significant risk data obtained by us and coefficients previously published in the scientific literature. Together with these, future epidemiological liquidator cohort observation could allow for, and also obtain dependence of radiation risks on certain basic parameters: doses of irradiation; age at time of exposure; time following exposure.

DYNAMICS OF THYROID CANCER CASES IN THE POPULATION OF TERRITORIES CONTAMINATED BY RADIONUCLIDES

As already stated above, the greatest level of radioactive influence as a result of the Chernobyl acci-

дент corresponds to the highest level of radiation risk (according to the radiation prognosis) for the frequency of thyroid cancer cases among liquidators.

In Tables 2 and 3, data on radiation risk for the liquidator cohort and its comparison with published data for other cohorts are presented. As is visible from these tables, there is a good agreement between the risk values obtained by us and coefficients published in the scientific literature. Together with these, further epidemiological observation of the liquidator cohort could also allow for determining the dependence of radiation risks on certain basic parameters: dose of irradiation, age at irradiation, and time following irradiation.

ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ НАСЕЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ

Как было отмечено выше, в наибольшей степени радиационному воздействию в результате Чернобыль-

TABLE 2
RADIATION RISK OF LEUKEMIA INCIDENCE AMONG LIQUIDATORS (1986–1993 OBSERVATION PERIOD)**ТАБЛИЦА 2**

РАДИАЦИОННЫЙ РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЛЕЙКОЗАМИ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ (ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЯ 1986–1993 гг.)

Data source	EAR/10 ⁴ person-years·Gy (95% CI)	ERR/Gy	AR (at 1 Gy) %
Liquidators	1.31 (0.23, 2.39)	4.30 (0.83, 7.75)	81
LSS cohort	2.38	7.8	88

TABLE 3
RADIATION RISK OF THYROID CANCER INCIDENCE AMONG LIQUIDATORS (1986–1994 OBSERVATION PERIOD)**ТАБЛИЦА 3**

РАДИАЦИОННЫЙ РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЛЕЙКОЗАМИ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ (ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЯ 1986–1994 гг.)

Data source	EAR/10 ⁴ person-years·Gy (95% CI)	ERR/Gy	AR (at 1 Gy) %
Liquidators	1.15 (0.08, 2.22)	5.31 (0.04, 10.58)	84
BEIR V	1.25	5.8	85

dent affected four regions of Russia: Bryansk, Kaluga, Orlov and Tula regions. Let us consider the case dynamics of thyroid cancer in these four regions. Figure 10 shows the case dynamics for thyroid cancer among the inhabitants of the aforementioned regions between 1982–1995 according to the RNMDR data. From the information given in the figure, two conclusions can be drawn: firstly, between 1986 and 1990, no statistically reliable growth of thyroid cancer cases is noticeable (i.e. the latent period for onset of thyroid cancer is approximately 5 years following the Chernobyl accident, corresponding to evaluations, published in the scientific literature, of the latent period for radiation induced thyroid cancer). Secondly, from 1991 there is a stochastically significant increase in cases of thyroid cancer among the inhabitants of these four regions relative to the general pan-Russian index.

The next figure (figure 11) shows, according to age at the time of the Chernobyl accident in 1986, which group displays the highest level of thyroid cancer incidence. Objective epidemiological analysis shows that children up to the age of 10 at the time of the accident have the highest relative risk of developing thyroid cancer. It is worth emphasising that the highest evaluations of exposure dose in terms of incorporated ^{131}I were obtained for this group.

Figure 12 shows basic radiation risk evaluation in the onset of thyroid cancer among children in the Bryansk region using “cases-control”. It should be noted that the relative risk evaluation obtained at the dose of 1 Gy, equally 7.15 is in accordance with data published in the scientific literature.

Thus, on the basis of primary medical dosimetric data collected between 1986–1997 within the framework of the RNMDR, statistically significant radiation

ской катастрофы подверглись четыре области России: Брянская, Калужская, Орловская и Тульская. На рисунке 10 показана динамика заболеваемости раком щитовидной железы среди жителей указанных выше четырех областей России с 1982 по 1995 гг. по данным РГМДР. На основании этих данных можно сделать два основных вывода: во-первых, с 1986 по 1990 г. не отмечалось статистически достоверного роста заболеваемости раком щитовидной железы (т.е. латентный период составил около 5 лет после Чернобыльской катастрофы, что соответствует опубликованным в научной литературе оценкам латентного периода по радиационной индукции рака щитовидной железы); во-вторых, начиная с 1991 г. наблюдается статистически значимый рост заболеваемости раком щитовидной железы у жителей указанных выше четырех областей по сравнению с общероссийскими показателями.

На рисунке 11 показано, в каких возрастных группах на момент Чернобыльской катастрофы наблюдается наиболее высокий уровень заболеваемости раком щитовидной железы. Объективный эпидемиологический анализ показывает, что наибольший относительный риск заболеваемости раком щитовидной железы имеют дети, которые на момент Чернобыльской катастрофы были в возрасте до 10 лет. Для этой возрастной группы получены наиболее высокие оценки доз облучения за счет инкорпорированного ^{131}I .

На рисунке 12 представлены основные результаты оценки радиационного риска в индукции рака щитовидной железы у детей Брянской области по технологии “случай-контроль”. Следует отметить, что полученная оценка относительного риска при дозе 1 Гр, равная 7,15, хорошо согласуется с опубликованными в научной литературе данными.

Таким образом, на основе собранных в 1986–1997 гг. первичных медико-дозиметрических данных в рамках РГМДР впервые установлены статистически зна-

FIGURE 9. THYROID CANCER STANDARD INCIDENCE RATES DYNAMICS AMONG LIQUIDATORS (1986–1987 WORKS PERIOD)

РИСУНОК 9. ДИНАМИКА СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ СРЕДИ ЛИКВИДАТОРОВ (ВРЕМЯ РАБОТЫ 1986–1987 гг.)

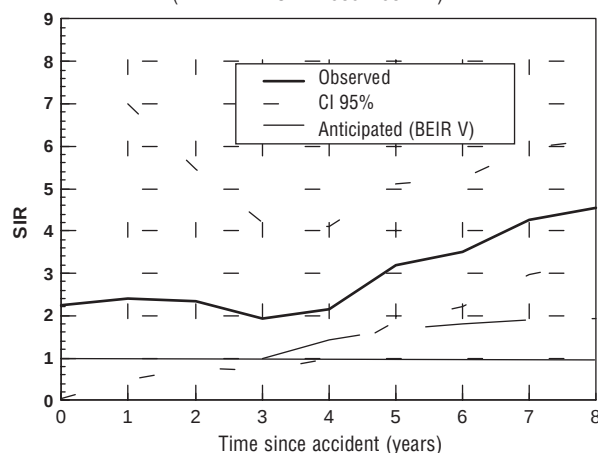


FIGURE 10. THYROID CANCER STANDARD INCIDENCE RATES DYNAMICS AMONG 4 CONTAMINATED PROVINCES OF RUSSIA

РИСУНОК 10. ДИНАМИКА СТАНДАРТИЗИРОВАННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В 4 ЗАГРЯЗНЕННЫХ ОБЛАСТЯХ РОССИИ

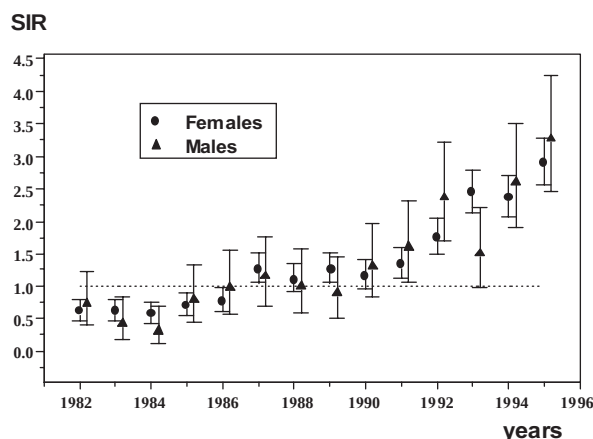


FIGURE 11. RISKS AND THYROID IRRADIATION DOSE RATIO DEPENDING ON THE AGE AT EXPOSURE

РИСУНОК 11. ОТНОШЕНИЕ РИСКОВ И ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

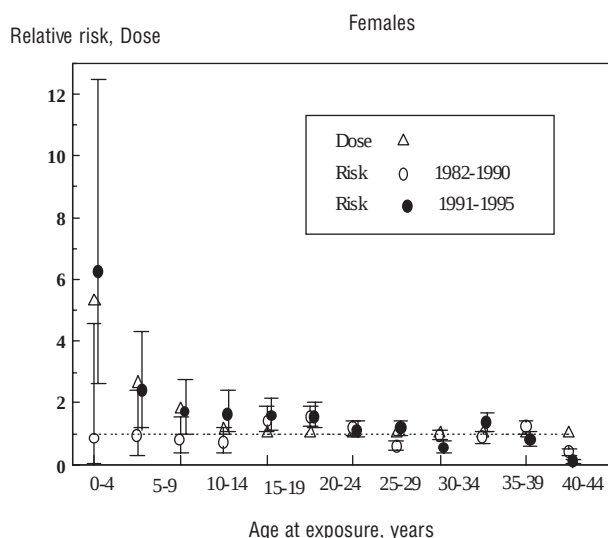
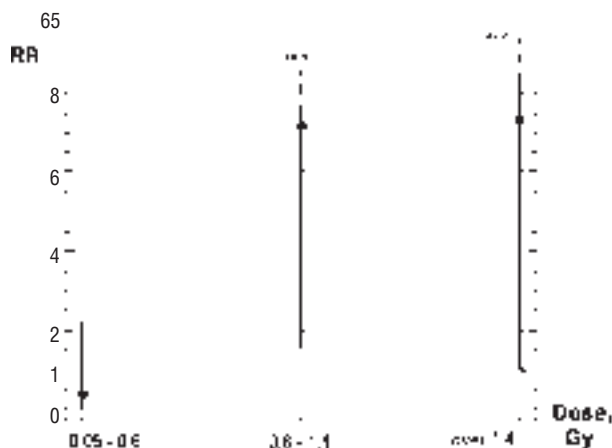


FIGURE 12. RADIATION RISKS OF CANCER IN CHILDREN AND ADOLESCENTS OF BRYANSK REGION (CASE-CONTROL STUDY)

РИСУНОК 12. РАДИАЦИОННЫЕ РИСКИ РАКОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ (CASE-CONTROL STUDY)



risks in onset of oncological and non-oncological illnesses have been established for the first time. Fundamental data have been published in the Registry's journal "Radiation and Risk" and in the ranks of leading international publications. The problem of evaluating radiation risks remains one of the key problems facing the RNMDR in its future endeavours.

REFERENCES

- Питкевич ВА, Иванов ВК, Чекин СЮ, Цыб АФ. К вопросу о лучевых нагрузках участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, занесенных в Российский государственный медико-дозиметрический регистр. Радиационная биология. Радиоэкология, 1996, 36 (5): 747–757. [Pitkevich VA, Ivanov VK, Chekin SYu, Tsyb AF. To the question of radiation levels among liquidators following the accident at the Chernobyl Atomic Power Station, raised by the Russian National Medical and Dosimetric Registry. Radiation Biology. Radioecology, 1996, 36 (5): 747–757]
- Цыб АФ, Иванов ВК, Чекин ОИ. Чернобыльский регистр России: оценка и прогноз. Природа, 1998, 3: 3–7. [Tsyb AF, Ivanov VK, Chechin OI. Russian Chernobyl Registry: Evaluation and Prognosis. Priroda, 1998, 3: 3–7]

чимые радиационные риски в индукции онкологических и неонкологических заболеваний. Основные данные опубликованы в издаваемом РГМДР журнале "Радиация и риск" и в ряде ведущих международных журналов. Проблема оценки радиационных рисков остается одной из ключевых при дальнейшем ведении РГМДР.

Ivanov VK, Rastopchin EuM, Gorsky AI, Ryukin VB. Cancer incidence among liquidators of the Chernobyl accident: solid tumours, 1986–1995. Health Phys., 1998, 74 (3): 309–315.

Ivanov VK, Tsyb AF, Gorsky AI, Maksyutov MA, Rastopchin EuM, Konogorov AP, Korelo AM, Biryukov AP, Matyash VA, Mould RF. Thyroid cancer among «liquidators» of the Chernobyl accident. British J. of Radiology, 1997, 70: 937–941.

Pitkevich VA, Ivanov VK, Tsyb AF, Maksyutov MA, Matyash VA, Shchukina NV. Exposure levels for persons involved in recovery operations after the Chernobyl accident. Statistical analysis based on the data of the Russian National Medical and Dosimetric Registry (RNMDR). Radiat. Environ. Biophys., 1997, 36 (3): 149–160.